

+



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Remoción de arsénico con biosorbentes del agua para consumo humano: Revisión Bibliométrica - 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Díaz Chávez, Denisse Florinda (ORCID: 0000-0002-6572-9156)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico mi tesis a mi señor Dios por darme sabiduría, inteligencia, por todas las bendiciones y fortaleciéndome con mucha perseverancia en cada paso que avanzo.

También dedico a mi madre Rosarela Chávez Morales, aunque ya no esté conmigo en vida, se la dedico con mucha motivación.

Denisse Florinda DIAZ CHAVEZ

Agradecimiento

A mi asesor Quijano Pacheco, Wilber Samuel, quien con sus conocimientos y experiencia han contribuido en la realización de la presente investigación.

Dedico esta motivación a mi hijo, que por el me esmero y tengo la fuerza suficiente para seguir adelante.

Y a mis tías (o) Gisela Chávez Morales, Ebith Chávez Morales, y Rossin Chávez Morales, quienes cuidaron de mí y me motivaron para lograr metas y celebran con orgullo mis éxitos.

La Autora

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas Y Figuras	vi
Resumen	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Categoría, subcategoría y matriz de categorización	12
3.3. Escenario de estudio	14
3.4. Participantes	14
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.6. Procedimientos	16
3.7. Rigor científico	16
3.8. Método de análisis de datos	17
3.9. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18

4.1. Métodos biológicos usados en la remoción de arsénico en el agua de bebida	19
4.2. La eficiencia de remoción de arsénico en el agua para el consumo	23
V. CONCLUSIONES.....	27
VII. RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS	31
ANEXOS.....	35

Índice de tablas Y Figuras

Tabla 1. Matriz de categorización apriorística	13
Figura 1. Esquema de búsqueda de información	15
Tabla 2. Revisión internacional de remoción de arsénico y su eficiencia.	20
Tabla 3. Revisión de metodología y su eficiencia en la remoción de Arsénico del agua de bebida.....	21
Figura 2. Porcentajes de absorción de arsénico.	23

Resumen

El trabajo tuvo como objetivo evaluar la remoción de arsénico con biosorbentes del agua para consumo humano, en Perú: Revisión Bibliométrica.2021. De tipo aplicado, de diseño mixto con metodología narrativa, de hechos y antecedentes a través de la revisión de la bibliografía tanto nacional como internacional que permitió evaluar los trabajos principalmente de biosorción a través de la revisión de 30 trabajos a través del repositorio de la UCV, Proquest, web of science, Scielo, Google académico, Sciencedirect. Determinándose metodologías de biosorción con productos vivos así como muertos, transformando en carbón activado o geles como floculante y coagulantes, como las algas, hongos, bacterias y celulosas, que se aprovecha las superficies celulares por las interacciones fisicoquímicas entre el metal y los grupos funcionales de las paredes celulares, en cambio el metabolismo, proceso intracelular de bioacumulación sea por precipitación y metilación; la eficacia de reducción del arsénico en las aguas de bebida siendo la reducción del arsénico con mayor eficacia los tipos As (V); y la eficacia varía desde 37% hasta 99% y reportan condiciones mínimas de detección, con un pH óptimo para la eliminación 6 a 6.9, con eficiencia de absorción de hasta 99%.

Palabras claves; Arsénico, biosorbente, agua de bebida

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the removal of arsenic with biosorbents from water for human consumption, in Perú: Bibliometric Review. 2021. Applied type, qualitative design with narrative methodology, facts and antecedents through the review of the national and international bibliography that will evaluate the works mainly of biosorption through the review of 30 works through the UCV repository. , Proquest, web of science, Scielo, Google academic, Sciencedirect. Determining biosorption methodologies with live as well as dead products, transforming into activated carbon or gels as flocculant and coagulants, such as algae, fungi, bacteria and celluloses, which takes advantage of cell surfaces due to the physicochemical interactions between the metal and the functional groups of cell walls, on the other hand, metabolism, intracellular process of bioaccumulation either by precipitation and methylation; the effectiveness of reducing arsenic in drinking waters, the arsenic reduction being more effective in the As (V) types; and the efficacy ranges from 37% to 99% and they report minimum detection conditions, with an optimum pH for elimination 6 to 6.9, with absorption efficiency of up to 99%.

Keywords; Arsenic, biosorbent, drinking water

I. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo uno de los contaminantes presentes en el agua de bebida es el arsénico. La Organización Mundial de la Salud (OMS) precisó que el valor límite que puede tolerar en el consumo de agua de bebida para el ser humano en el Arsénico es de 0,01 mg/L (0.01ppm). Para muchos de las ciudades de Latinoamérica como Argentina, Chile y Perú algo más de cuatro y medio millones de humanos toman agua diariamente con As a más de 0,01 mg/L, constituyéndose en un grave peligro para la salud pública. En nuestro País, estudios realizados por la Organización Panamericana de la Salud están en mucho riesgo de salud unas 250 000 por este contaminante que supera el límite permitido por Decreto Supremo N° 031- 2010-SA (Villa et al., 2018).

En la mayor parte del Perú poseen zonas libres de metales pesados de contaminación natural y al tener zonas eriazas donde la población por necesidad toma agua de los ríos de donde se originan en los andes y desembocan en el océano pacífico. Es así por ejemplo en el río Locumba posee una cantidad de arsénico 0.5 mg/l, cuya ruta es por Puno y Moquegua (Valle de Ilo), donde las personas está en peligro de contraer diferentes enfermedades. También en el río Rimac por los años 1994 determinaron arsénico de cincuenta y tres muestras y que el 84.9 % es superior a los límites permisibles impuesto por la OMS registrándose caso de intoxicación con arsénico (Larios et al., 2015).

En la actualidad, la minería se encuentra distribuida por todo el Perú, y particularmente en La Libertad hay aproximadamente 505 lagunas que se ubican principalmente en la zona altoandina, pero sólo cinco de ellas se encuentran en la Costa, siendo Pataz, Santiago de Chuco, Bolívar y Sánchez Carrión las provincias con más espejos de agua dulce; sin embargo la explotación minera se concentra en la provincia de Pataz, en las poblaciones de Pataz, Retamas, Parcoy y Buldibuyo; Gran Chimú, Otuzco, Santiago de Chuco y Sánchez Carrión. (Corcuera, 2015) El metal pesado que se encuentra en mayor concentración en este tipo de aguas es el arsénico, que si bien es un producto de la naturaleza de la corteza terrestre, que se encuentra disperso de forma presente en el aire, agua y tierra; los volúmenes altos se da por las actividades propias del

hombre en la minería está causa que la calidad de agua modifique su composición. (Yosim et al, 2015).

En la actualidad existen diferentes tecnologías para la eliminación de arsénico, como la electrodiálisis, intercambio iónico, ultrafiltración, etc., sin embargo a pesar de ello existen formas de contaminación por los desechos generados y que se disponen como depósitos que son arrojados al borde de los ríos y que por lixiviación se contaminan suelos y agua; principalmente las aguas subterráneas que es una preocupación constante sobre el ambiente, haciendo que se busque nuevas metodologías acorde para la eliminación y detección de arsénico en los lugares acuáticos (Shivakshi et al., 2017).

Es por ello que, se hace necesario buscar metodologías en la remoción de arsénico que estos sean amigables con el ambiente, siendo una forma el uso de microorganismos, porque son temas para identificar y explorar los sistemas metabólicos al tener en cuenta muchos trabajos en tratamientos biológicos como alternativa a los métodos de tratamiento físico-químicos comúnmente aplicados (Crognale et. al., 2017); siendo los yacimientos acuíferos muy contaminados con arsénico y estos poseen muchas formas de desarrollar tolerancia y metabolismo para desarrollar procesos de óxido reducción, metilación y desmetilación del arsénico (Huang, 2014).

El Perú cuenta con muchos afluentes de agua, sin embargo, existe grandes deficiencias respecto la capacidad de brindar para el consumo humano, se puede mencionar que se encuentran ciudades con desabastecimiento, afectando familias enteras, además de contar con aguas residuales sin ningún tratamiento optimo que permita la reutilización de los mismos, que son fuente constante de polución para las aguas de bebida y con el peligro constante de ser un foco de enfermedades que provoca este metal que puede llevar inclusive a la muerte. Razón por la cual se pretende realizar este trabajo, porque existe información muy valiosa y que permitirá sistematizarlos y poner a disposición de los investigadores.

Para tal fin se plantea la siguiente pregunta de investigación como problema general, Remoción de arsénico con biosorbentes del agua para consumo humano: Revisión Bibliométrica - 202, los problemas específicos son, ¿Cuáles son los tipos de métodos con biosorbentes más eficientes se utiliza para la remoción de arsénico en el agua de consumo humano?, ¿Cuáles son los niveles y la eficiencia de remoción de arsénico en el agua para el consumo humano?

La justificación teórica es que con esta investigación se ampliará los conocimientos sobre los métodos más usados en la contaminación con arsénico: desde el punto de vista técnico se tendrá el estudios de los diferente métodos y se conseguirá el mejor para ver el tratamientos y con ello poner a disposición de los investigadores en el tema; desde lo social con este estudio se pretende dar a conocer y prevenir el consumo de las aguas contaminadas con arsénico y que su uso causa daños en la salud y des el punto económico se pondrá mantener la salubridad de la población porque beber en forma prolongada este tipo de agua con arsénico produce enfermedades como daños a la piel, alteraciones cardíacas, vasculares y neurológicas, y en el peor de los casos neuroplásticas o cáncer.

El objetivo general Evaluar los métodos de biosorbentes en la remoción de arsénico del agua para consumo humano: Revisión Bibliométrica, los problemas específicos son Identificar los tipos de métodos químicos más eficientes se utiliza para la remoción de arsénico en el agua de consumo humano y Determinar los niveles de remoción de arsénico en el agua para el consumo humano

II. MARCO TEÓRICO

Sodhi et al., (2019) cuyo objetivo fue evaluar las *perspectivas sobre la toxicidad del arsénico, la carcinogenicidad y sus estrategias de remediación sistémica*, documento de revisión sobre el tema, donde concluye que el arsénico es un elemento muy peligroso por la toxicidad que presenta y que posee componentes carcinogénicoa que, el arsénico es uno de los metaloides más peligrosos, merece especial atención debido a su toxicidad y carcinogenicidad en el medio ambiente. Revisa el conocimiento actual sobre la toxicidad, carcinogenico y también presentó estrategias de remediación para la remoción de arsénico de los sistemas ambientales. Esta toxicidad va depender del tipo de exposición del órgano y producirá por ejemplo el cáncer de piel, pulmones y vejiga. Además menciona de cómo existen diferentes metodologías para su degradación empezando desde los métodos físicoquímicos y el uso de microorganismos a provechando el tipo de metabolismo y los procesos de óxido reducción para la movilización y adsorción de arsénico mediante oxidación, reducción, metilación y precipitación. Incluso presente una remediación con la ayuda de estrategias sistémicas, genómica y acoplamiento molecular.

Shakya & Ghosh (2018) teniendo como objetivo eliminar en forma simultánea el arsénico, hierro y nitrato a través de la construcción de un biorreactor de crecimiento que permita obtener los parámetros físicos y químicos del agua potable: viendo cuán Importante es el sulfato y tener un tiempo de contacto optimo, este reactor tuvo permitió el crecimiento microbiano por medio de un flujo ascendente en anaerobiosis con una temperatura de 30!C en más de 500 días con arseniato de afluente variable (500-1500 µg / L como arsénico), hierro (2,0 a 10 mg / L) y concentraciones de nitrato (50 a 200 mg / L) de la simulación con agua subterránea, con un tiempo de permanencia en el lecho vacío entre 45 a 120 min. El acetato fue usado como donante de electrones y con ello se logró eliminar el arsénico y hierro con ello se tuvo los parámetros del agua potable.

Siddiqui et al., (2019) con el objetivo fue eliminar el arsénico del agua mediante nanohíbridos de óxido de grafeno, este último determinó que sería un nuevo componente de adsorción de muchos contaminantes del agua principalmente para la eliminación del arsénico al poseer una similitud química y sólo tener cuidado con el pH, la temperatura y tiempo de contacto y con ello los iones disociados y competitivos.

Yadav et al.,(2017)cuyo objetivo fue hacer un preparado con hidróxido doble de capa de Mg con enlace sencillo con Fe (CO₃) calcinado, mediada por pH como un adsorbente a base de hidrotalcita para mejorar la eliminación de arsenito y arseniato: para un conocimientos y las propiedades fisicoquímicas y el mecanismo de adsorción, además este es sintetizado mediante un método de coprecipitación a baja sobresaturación. Trabajo experimental usando el factor multivariante mediante la el diseño de superficie de respuesta y con arreglo factorial 3x3 Los resultados muestran la relación molar que posee una relación y efecto antagónico sobre la eficiencia de remoción de arsenito y arsenato Además la eficiencia del preparado a base de hidrotalcita mostró lo mejor de los índices del proceso fue de 33,90 y 68,03. mg / L para arsenito y arsenato, respectivamente.

Fiestas, M. y Millones, A. (2019) al determinar la influencia en la concentración y el tiempo de contacto del carbón activado de cáscara de coco en la remoción de arsénico de aguas subterráneas de Mórrope. Para el cual obtuvo carbón activado de la cáscara de coco, cuyo rendimiento fue de un total 1109 g de cáscara resultando 487 g de carbón activado representados el 43.91%, dentro del proceso se realizaron la preincineración, trituración, activación química, carbonización, secado y molienda. Los resultados obtenidos fueron para el porcentaje de remoción de 72% (6 g/l en 3 hora), teniendo una inicial de arsénico de 0.11mg/L del agua al final se tuvo un residual de 0.0297mg/L.

Escarsena (2018)cuyo objetivo fue determinar la eficacia de recuperación del arsénico del componente de aguas municipales y subterráneas de la ciudad de Juliaca por el método de precipitación alcalina, Para el cual se utilizó como coagulante el sulfato de

aluminio $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y como floculante hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a través del proceso de precipitación alcalina. Se encontró al análisis de las aguas tanto potable como de pozo arsénico para cada uno de 0,053 mg/L y 0,058 mg/L. Los resultados indican que la remoción del proceso de precipitación alcalina, encontrando el promedio de absorción para el agua municipal de 0,0115 mg/L que representa 78,3 % de recuperación y para las aguas de pozo de 0,0134 mg/L que representa el 77,29 % de recuperación..

Chaupis & Reyes (2018) cuyo objetivo fue buscar una alternativa de tratamiento para reducir el arsénico de las aguas superficiales que abastecen a la población de San Mateo de Huanchor, para el cual usó zeolitas naturales , trabajo que se desarrolló activando con cloruro férrico para optimizar la capacidad de adsorción. Trabajo que se realizó a través de diferentes tipos para tamaño de partícula (Malla # 20 y # 40), tiempo de contacto (5, 15. 30, 180 360 y 480 min), la masa del adsorbente (2, 5 y 10 g) y finalmente la cantidad de producto a contaminar (0.1, 1. 5, 10, 50 y 100 mg/L). Aplicando el modelo matemático de isoterma de Langmuir. Se encontró que la absorción fue de 1.668 mg de Arsénico por gramo de Zeolita, la remoción del arsénico con el método a flujo continuo obtuvo el 93.75 %.

W. Herrera (2020) con el objetivo de evaluar la eficiencia de la remoción del arsénico con cloruro férrico y cal como coagulantes, para ello se usaron aguas subterráneas, que presentan una concentración de 0.10 mg/l. trabajo que se realizó en laboratorio a través de 15 ensayos donde se oxidaron el As (III) a As (V) en 4 litros de agua con 2 gotas de hipoclorito de sodio. Para estabilizar el pH del agua se usó dosis de cloruro férrico de 300 mg/l, 200 mg/l y 100 mg/l y la cal para tener pH de 5; 6; 7 y 8. La concentración final se obtuvo por el método de Gutzeit – Arsenic test MQuant *TM*, Los resultados demostraron que hubo una remoción del 100 %, porque de producto residual de arsénico no se encontraron en el agua, haciendo que éste método sea muy eficiente.

Larico, P. (2019) Cuyo objetivo es el uso de lana de acero con aireación para remover arsénico en las aguas de río Sama para cumplir con los estándares de los límites

máximos permisibles del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Se realizó con ensayos en el reactor batch bajo el diseño de superficie de respuestas con arreglo factorial de con factor x 2 (masa de lana de acero) con 0,5 a 1,5 g; x 2 (tiempo de contacto) de 50 a 70 min y x 3 (pH) de 6 a 8,14; teniendo el volumen de agua constantes (V) de 1 litro y el caudal de aireación (Qa) de 1 L/min. Se demostró reducciones desde 0,05 a 0,005 mg/L de As. En conclusión se propone usar el reactor batch cuya capacidad de 10 litros, con una masa de 15 g de lana de acero, por un tiempo de contacto de 70 min y un pH natural de 8,14 con un caudal de aireación constante de 10 L/min.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El trabajo de investigación es de tipo aplicada, porque busca diferentes soluciones ante un problema, usando antecedentes relevantes al tema, también permite analizar casos que permitan buscar soluciones con estrategias innovadoras desarrollando la creatividad .(Vargas, 2009)

El trabajo de investigación, se desenvuelve con metodología utilizada, con el objeto de obtener información y los antecedentes previos que involucren el uso de metodologías que permita su uso en la descontaminación con arsénico en el impacto en el agua de consumo humano en el contexto de Perú.

El enfoque es cualitativo y cuantitativo o mixto porque se basa en bibliografía existente, con se realiza la búsqueda, recolección y análisis de los estudios previos, a través de una pregunta de la investigación o descubrir otras y también de la recopilación numérica de los resultados de la investigación. A esta investigación se le conoce también a esta investigación de forma naturalista, fenomenológica, interpretativa o etnográfica, al tener un conocimiento lógico y de propuesta inductiva (Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, 2014).

Se usó la metodología de diseño narrativo, donde hay la búsqueda de la información, con ello se describe y analiza los ítems a desarrollar. Además este enfoque permite analizar las ideas a través de la búsqueda y de la información, los resultados se obtiene de la realización a través de la revisión de los fichas de fuentes como: revistas, documentos, artículos donde son relevantes para el investigador interesado (Salgado, 2007).

Con el trabajo se pretende evaluar la contaminación del agua de bebida de los humanos con arsénico siendo un metal pesado muy peligroso para la salud, con ello se informará a la población que este producto si no se trata generará en un futuro muchos problemas de salud, esto se logrará con la revisión y sistematización de la información.

3.2. Categoría, subcategoría y matriz de categorización

En este tipo de investigación se tiene que seguir una serie de pautas donde se identifican los temas y subtemas que se irán desarrollado, acciones que fueron realizándose desde la organización, recojo de los antecedentes. Es así que se determinó las categorías donde se menciona y se tipifica los ítems a definir, en cambio las subcategorías son los pequeños aspectos de los tópicos. Por otro lado éstas pueden ser construidas con los problemas y objetivos de la investigación (J. Herrera et al., 2015)

Tomando el concepto se construyó la matriz de categorización apriorística, a través de los problemas, objetivos para las Categorías y subcategorías, y los criterios a través de los indicadores expuestos.

Tabla 1. Matriz de categorización apriorística

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEG ORÍA	SUBC ATEGORÍA	CRITER IO 1	CRITERIO 2
Identificar los tipos de métodos con biosorbentes más eficientes que se utiliza para la remoción de arsénico en el agua de consumo humano, humano	¿Cuáles son los tipos de métodos con biosorbentes más eficientes se utiliza para la remoción de arsénico en el agua de consumo humano	Biosorbente	<ul style="list-style-type: none"> • Cáscaras • Fibras • Geles 	De acuerdo al nivel de contaminación del agua con arsénico	Layza A., C. y Polo S., K. (2018). Shakya, A. K., & Ghosh, P. K. (2018)
Determinar la mejor dosis y eficiencia de remoción de arsénico con el uso de biosorbentes en el agua para el consumo.	¿Cuáles son los niveles de remoción de arsénico en el agua para el consumo humano?	Mejor dosis y eficiencia de los biosorbente	<ul style="list-style-type: none"> • Niveles óptimo y eficiencia de remoción del arsénico 	De acuerdo al tipo de biosorbente.	Siddiqui, Naushad, M., & Chaudhry, S. (2019). Xu F, Li Y, Ge X, Yang L, L. Y. (2018)

3.3. Escenario de estudio

De acuerdo al tipo de investigación cualitativa de revisión sistémica, no se tuvo un lugar de trabajo, sin embargo se pudo identificar de acuerdo a los lugares donde se realizó el trabajo en cada revisión donde se tuvo el acervo documentario, de los informes, libros, artículos y trabajos de investigaciones que puedan contribuir a lograr los objetivos referidos, con ello se quiere mencionar sobre todos los trabajos referidos a la contaminación con arsénico y sus posibles soluciones usando productos químicos.

3.4. Participantes

Como revisión sistémica, no se tuvo participantes pero como principal herramienta fue la revisión documentada de informes, libros, artículos e investigaciones que permitan ser útiles a cumplir con los objetivos trazados en la investigación de buscadores como como: Science Direct, Springer Link, Dialnet Web of Science, ProQuest, Research Gate, Redalyc, Scielo, Google Scholar

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica fue de observación indirecta que permite la colección de información narrativa de antecedentes que permitió sistematizar los resultados, además que este responda a una inquietud o pregunta de una problemática en particular; y que características de búsqueda se quiera revisar y generar que están relacionadas a los tipos de técnicas e instrumentos que se usará (Quintana & Montgomery, 2006, p.60).

Dentro de las técnicas de la recopilación de datos se realizó mediante una ficha de sistematización de resultados (anexo3) con ello se tuvo información teniendo en consideración el número de páginas, año y lugar de publicación, tipo de investigación, autor, palabras claves, tratamientos, metodología utilizada, los problemas, objetivos, resultados y conclusiones; con esto se tuvo todo lo necesario para sistematizar la información relevante a la descontaminación del arsénico en agua de bebida, tal como se muestra en la figura 1..

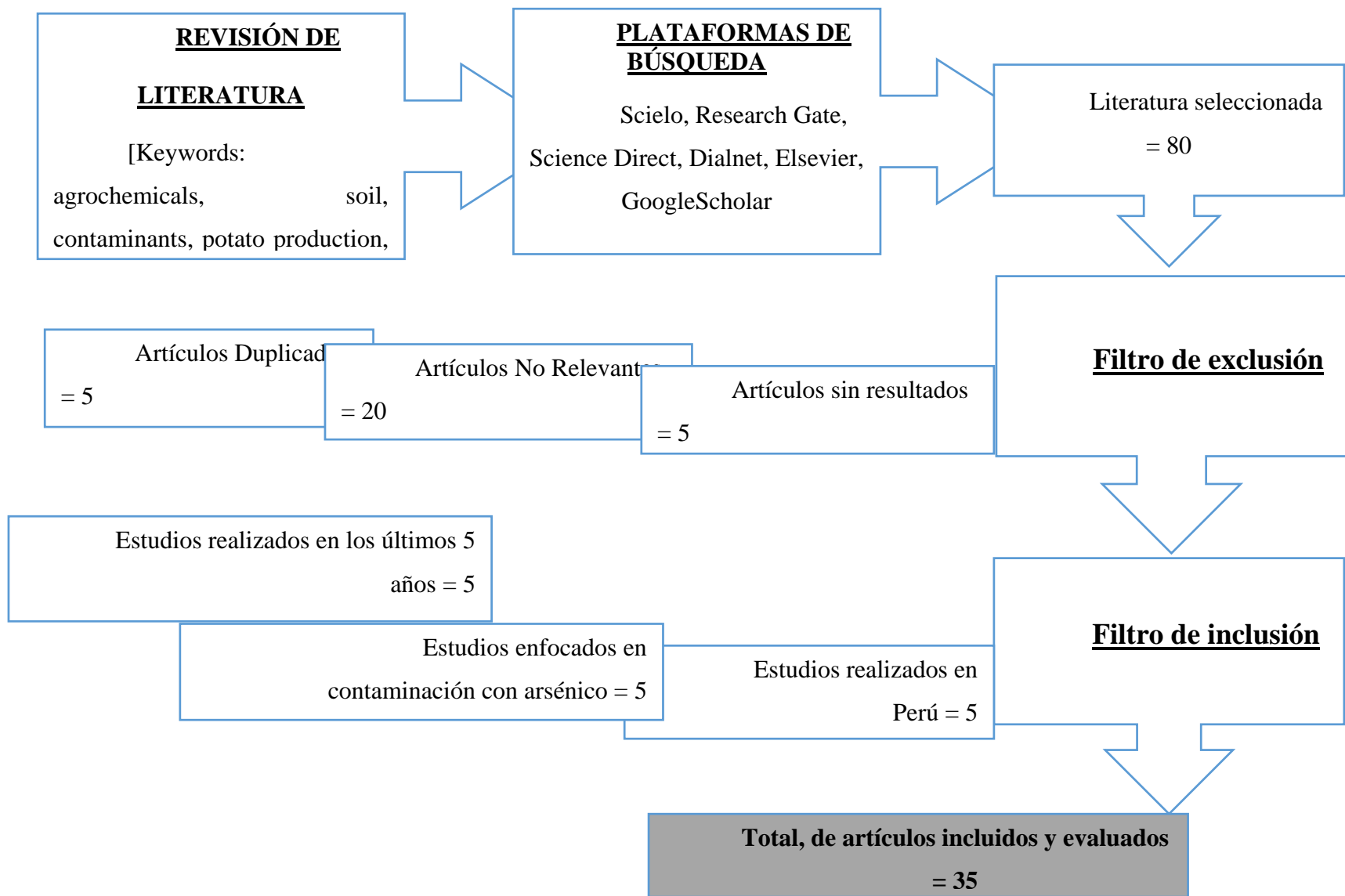


Figura 1. Esquema de búsqueda de información

3.6. Procedimientos

Este trabajo se realizó en etapas, siendo la primera la búsqueda de artículos de tesis que permitió la recolección de temas relevantes al objetivo propuesto, a través de las palabras claves, encontrando antecedente tomando los datos desde lo más mínimo a de mayor relevancia para el trabajo, priorizando artículos internacionales principalmente en inglés teniendo como máximo unos 35 artículos.

Para la segunda etapa se realizó una filtración de la información para poder seleccionar los artículos que posean la información muy importante que tengan que ver con los objetivos del trabajo, resultando 35 artículos.

Ya para la tercera etapa se tuvo la información selecta y con ella se procedió a construir el informe de acuerdo a esclarecer y cooperar a lograr los objetivos del trabajo.

3.7. Rigor científico

Para el uso del rigor científico es un método que permite construir la teoría desde la recolección de la información para analizar y sintetizar los datos y obtener las teorías necesarias. Para ello se toma cuatro conceptos que permitirán que los resultados obtenidos son divididos, especializarlos, entenderlos, para luego confeccionar en ideas más desarrolladas que permita analizar de un modo nuevo: con codificación abierta, codificación axial y codificación selectiva (Erazo, 2011).

Este estudio optó por cumplir con los cuatro aspectos desde la dependencia para la búsqueda de la información a través de las palabras claves en cuanto a los contaminantes de arsénico y su descontaminación en el agua de, además el aspecto de la credibilidad o valor de la verdad que permita tener la confianza de los documentos o trabajos de investigación analizados y la confirmación o la auditabilidad de los resultados no serán influenciados por los investigadores, toda esta selección serán de las fuentes, en que se respetará las opiniones de los autores y que la realización de los experimentos fueron en contextos reales,

además las investigaciones estén avaladas por plataformas oficiales, En el factor transferencia, se medirán los datos y con la adopción de la mejor técnica que permita su aplicación en contextos familiares que no cause problemas en las personas y sea fácil de realizarla y con ello contribuir con el ecosistema.

3.8. Método de análisis de datos

Una vez sistematizados la información se procedió a obtener datos ordenados que permitió el uso herramienta fundamental el programa Excel, con ellos se permitió presentar los gráficos y tablas.

Finalmente se concluyó respondiendo a la pregunta descrita que permitió dilucidar los interrogantes y descubrir las metodología relevante y darle validez al estudios con la finalidad dar mejoras a la problemática investigada.

3.9. Aspectos éticos

Dentro del trabajo de investigación se tomó en cuenta todos los principios éticos que permitieron el apoyo solidario, la verdad, libertad y justicia que garantizaron la calidad y verdad en todos los aspectos del Las personas entrevistadas manifestaron su consentimiento, una vez que fueron informadas de la naturaleza y alcances del estudio. Se respetó y mantuvo en reserva la identidad de las personas que actuaron en el trabajo de investigación; por lo mismo que los datos obtenidos fueron referenciados.

Es por ello, en toda la ejecución y recolección de los de datos se realizó con sumo cuidado manteniendo para referenciar los autores, teniendo en cuenta la propiedad intelectual y derecho de autor como lo menciona el código de ética de la UCV. Desde el punto de vista ambiental el estudio permite tener mayor visión sobre la contaminación del arsénico en el agua de bebida y sus posibles tratamientos con biosorbentes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Métodos biológicos usados en la remoción de arsénico en el agua de bebida

El Arsénico desde tiempos remotos fue un problema para el medio ambiente y para principalmente para el hombre, porque es un metal toxico y fácilmente contamina principalmente el agua de bebida sea por contaminación natural como por hechos andropogenicos, se reportan que la contaminación es alarmante en todo el mundo.

Existen diferentes reportes sobre la eliminación del arsénico en las aguas superficiales y del subsuelo como metodologías tradicionales como la oxidación y precipitación, coagulación y separación por membranas, sin embargo el mayor método usado son los adsorbentes sean biológicos como los no biológicos como los metales o compuestos químicos, que este último no es materia de revisión.

Dentro de los sorbentes más usados están los compuestos por carbones como los carbones de cáscara de coco, biosorbentes como las biomasas inmovilizadas, residuos de jugo de naranja y otros usados que provienen principalmente de los vegetales.

Los biosorbentes son productos que tienen la capacidad de eliminar el componente del arsénico en proporciones muy elevadas llegando hasta un 100% de su eliminación del agua, en ella tenemos las algas, hongos y bacterias, que son producidos como biomasa (Mohan & Pittman, 2007) diferenció los mecanismos de sorción de las superficies celulares y el metabolismo celular, el primero se basa en interacciones fisicoquímicas entre el metal y los grupos funcionales del metal, los paredes celulares poseen muchos lugares donde se unen con los metales, en cambio el metabolismo es un proceso intracelular de bioacumulación intracelular sea por precipitación, metilación y otros mecanismos.

La biomasa no viva se recolecta para usar en la biosorción, donde, siendo el modo de acción la captación de los metales de modo pasivo en cambio las células vivas poseen el modo activo de captación de los metales.

Es por ello en el presente trabajo se desarrolla principalmente la biosorción, para ver el tipo de metodologías usadas en la captación del arsénico y con ella eliminar del agua de bebida por lo peligroso para la salud humana de este metal.

Tabla 2. Revisión bibliométrica de remoción de arsénico y su eficiencia.

Metodología	Eficiencia	Autor	Año
Carbón activado de coco	72.00%	Fiestas Eca, María Santos	2019
sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$ Ca(OH) $_2$.	78,30 %	(Escarsena, 2018)	2018
Zeolitas naturales	93.75%	(Chaupis & Reyes, 2018)	2018
cloruro férrico y cal	99.00 %.	(W. Herrera, 2020)	2020
Pseudomonas aeruginosa	96.72 %.	(Layza A., C. y Polo S., 2018)	2020
goma de tara Caesalpinia spinosa	99.00%	(Chicoma R., 2019)	2020
arcilla natural activada.	85.00%	ZareE, Kenyu	2019
Lana de Acero	98,33 %	(Mohan & Pittman, 2007)	2007
Sistemas bioelectroquímicos	92.00%	(Cecconet et al., 2018)	2018
Pelo humano	99.00%	(Wasiuddin et al., 2010)	2002
Lechuga de agua (Pistia stratiotes L.)	82.00%	(Basu, A, S. Kumar, 2003)	2003

La bibliografía detallada en la Tabla 2, son trabajos revisados de literatura internacional donde se observa que las metodologías usadas son con técnica que permiten remover el arsénico sea por el método de adsorción con productos vivos, muertos y producto inertes y también con productos como los sistemas bioelectroquímicos

Tabla 3. Revisión de metodología y su eficiencia en la remoción de Arsénico del agua de bebida

Autor	Año	producto utilizado	dosis	respuesta
. (Sanchez, 2017)	2017	Vidrio residual con borax	100g 15g borax 500°C	83%
(León R., 2021)	2021	Filtro de arcilla y agregados	arcilla	90%
(Carbajal, V., 2021)	2021	Cáscar seca de musa paradisiaca sp	3 y 6 g.	30
.(Ramirez M., 2017)	2017	grano de Oryza sativa	no registra	90%
.(Cueva & Lazarte, 2021)	2021	Biofiltro carbon activado cáscara de coco	35, 40 y 80 mg//L	85%
(Aguilar D, 2018)	2018	Moringa Oleifera	1, 3, 5, 7, 9 y 11 g/L	90%
(Estrada B., 2016)	2016	Filtro de Diatomita	15 cm lecho y 70 granulometría	97.43%
(Flores H., 2016)	2016	Cáscara de semilla de girasol-	2, 4, 6 , 8 g/L	50%
.(Yrigón V., 2019)	2019	Cáscara de naranja	4 g/L	90%
(Bernaes B., E y Perez ., 2020)	2020	Quitina del exoesqueleto de camarón	3.5 y 9 g	100%
.(Layza A., C. y Polo S., 2018)	2018	Pseudomonas aeruginosa	3.15 x 10 10	60.88%
.(Grados R., 2018)	2018	Pseudomonas aeruginosa	3.15 x 10 10	61.14%
(Quintana, I., 2019)	2019	tatora (Schoenoplectus californicus)	27 plantas	95%
.(Daza M., L y Gonzales R., 2019)	2019	cáscara de naranja y tuna	0.5g/L tuna y naranja	99.28%
(Chau M., E y Vasquez P., 2020)	2020	carbón activado a partir del Bambú	1.5 g y 2g	53.54%
(Hualpa S., 2017)	2017	panca de maíz (Zea mays)	0.5, 1 y 1.5 g/L	37.16%
.(Carhuaz & Zela, 2019)	2019	filtro de corteza de palta		98.81
.(Chicama R., 2019)	2019	goma de tara	1 al 5 G/L	99%
.(Burgos V., 2021)	2021	Biofiltro de cascara de frijol - Shorey	5 y 7 g/L	98%

Se ha encontrado que el valor de pH óptimo para la eliminación de As (III) y As (V) fue de aproximadamente entre 6 a 6.9, con eficiencia de absorción de casi el 99%. También la acumulación con celulosa permite que este sea lo óptimo en la eliminación

de este metal que presenta propiedades con propiedades quelantes y de intercambio aniónico.

De la tabla 2 se puede apreciar que los trabajos revisados son realizados en nuestro país con la finalidad de poder eliminar el arsénico de las aguas superficiales y subterráneas, se usaron desde cáscaras secas de diferentes vegetales, sea como biocarbón o como biofiltros, en esta se puede apreciar los trabajos de (Cueva & Lazarte, 2021) , (Chau M., E y Vasquez P., 2020), (Carhuaz & Zela, 2019) y (Burgos V., 2021) metodologías que permitieron el buen uso.

Por otra parte están los componentes de paredes celulares usados como las cáscaras de plátanos, girasol, frijol, panca de maíz entre otros que son metodologías que permitieron desarrollar y lograron una efectividad notable.

También está los usados por los polímeros naturales con la metodología de la floculación, que permiten lograr un intercambio iónico entre los componentes del producto con el arsénico haciendo que este permita la precipitación del metal y luego su eliminación en ella están principalmente los que poseen quitina de están de los caparazones de camarones (Bernaes B., E y Perez ., 2020), conchas, etc.

Otro compuesto usado son los galantes naturales como la goma de tara, zumo de naranja que muy bien actuaron como floculantes-coagulantes y los resultados promisorios en la eliminación del arsénico del agua de bebida.

Finalmente están los productos como la arcillas (León R., 2021), vidrio residual (Sanchez, 2017), diatomitas (Estrada, 2016) metodologías que se usaron tanto como floculantes como filtros que permitieron lograr resultados muy productivos.

4.2. La eficiencia de remoción de arsénico en el agua para el consumo.

De la revisión se obtuvo que las eficiencias de remoción del arsénico de las aguas de consumo humano alcanzó su máxima cantidad absorbida de As (III) con un pH máximo de 6.9. Sea demostrado que el arsénico se adsorbe en su estado trivalente, que el As (V). haciendo de esta ventaja que pase por oxidación al (III), estas estructuras se observó de igual similitudes en estructuras existentes entre el complejo As (III) - biomasa y los iones de arsenito unidas en las proteínas y fitoquelatinas codificadas, por allí que se observa en bioarorbentes su eficiencia Figura 2.

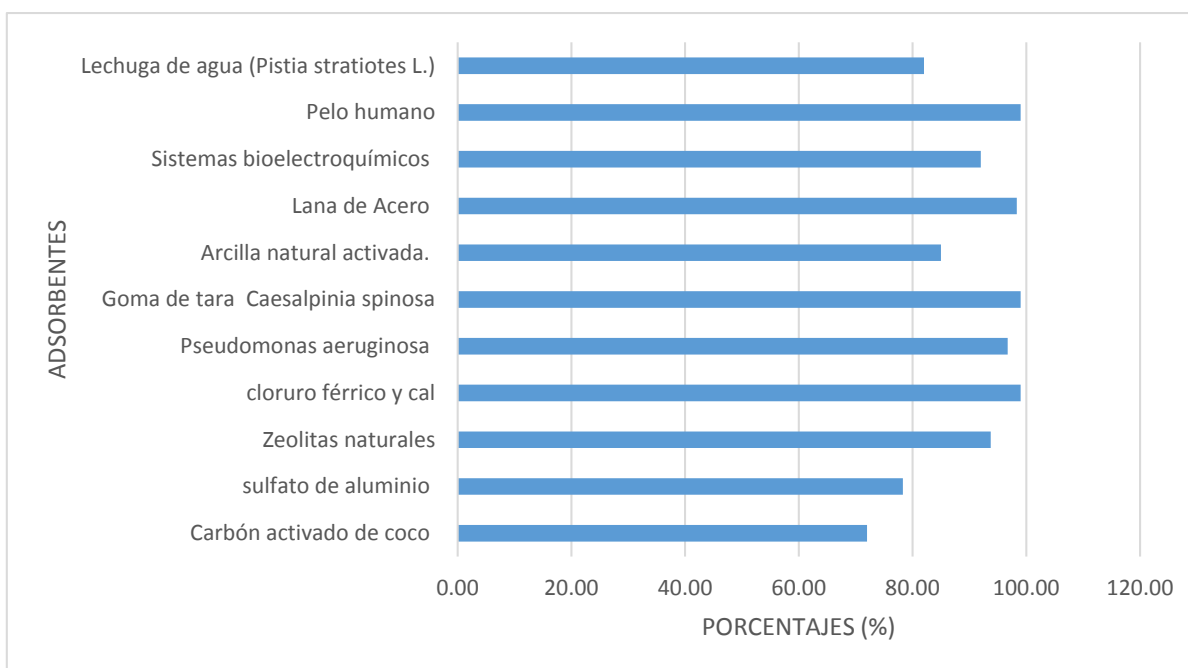


Figura 2. Porcentajes de absorción de arsénico.

Se ha encontrado que el valor de pH óptimo para la eliminación de As (III) y As (V) fue de aproximadamente entre 6 a 6.9, con eficiencia de absorción de casi el 99%. También la acumulación con celulosa permite que este sea lo óptimo en la eliminación de este metal que presenta propiedades quelantes y de intercambio aniónico. El

arsénico (III) es un ácido duro y este de preferencia forma complejos con óxidos y nitrógeno; en cambio, el arsénico (V) se comporta como un ácido blando, formando complejos con sulfuros. Las formas inorgánicas de arsénico existen con mayor frecuencia en suministros de agua es sensible al pH.(6.5-8.5)

Como se sabe el arsénico está en abundancia en la corteza terrestre y en la rocas se encuentra incluso en concentraciones de 0.5 a 2.5 mg/Kg, elemento que es movilizado por reacciones naturales por estar expuesto en la intemperie ya sea por reacciones geoquímicas, emisiones volcánicas, por acción del hombre, erosión y lixiviación del suelo, que de alguna manera llega al mar en forma disuelta y suspendida, por otro lado las labores propias de la minería, la quema de combustibles fósiles, la utilización de pesticidas, herbicidas, desecantes de cultivos, aditivos alimenticios de los animales hace que se contamine de manera alarmante las aguas de bebida de consumo humano sea en el agua superficial o en el agua subterránea, que todavía en muchas partes del Perú lo consumen.

Las eficiencias se observa de los productos naturales mucha variación así para la cáscara de girasol (Flores H., 2016) encontró 50% con diferentes dosis, en microorganismos como la *Pseudomonas aeruginosa* (Layza A., C. y Polo S., 2018) y (Grados R., 2018)encontraron eficiencias de 60% en promedio, valores más bajos todavía encontraron (Huallpa S., 2017) con 37% con Panca de maíz.

Por otro lado reportan valores muy superiores con los productos usados sea como floculante-coagulante como la diatomita (Estrada B., 2016) y (León R., 2021)usando arcilla con valores de 90 a 97%. Los productos usados como filtros de carbones activados hechos con productos naturales como cáscaras de coco (Cueva & Lazarte, 2021) de corteza de palta (Carhuaz & Zela, 2019), cáscara de frijol (Burgos V., 2021) con eficiencia que superan el 90% llegando incluso a no detectar el arsénico en el agua.

De igual manera en la Tabla 1 se observa valores de eficiencias de remoción haciendo una comparación entre los sorventes naturales como las zeolitas (Chaupis & Reyes, 2018), Microorganismos como la *Pseudomona aeruginosa* (Layza A., C. y Polo S., 2018) con los componentes químicos como Sulfato de aluminio (Escarsena, 2018) Cloruro férrico (W. Herrera, 2020) y lana de acero (Mohan & Pittman, 2007) encontraron resultados de eficiencia que no difieren entre el 72 hasta el 99%.

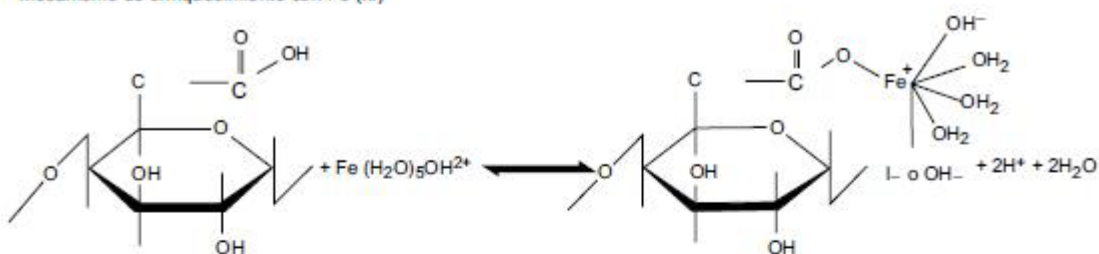
La eficiencia medida como lo degradado en relación a el valor inicial del arsénico en el agua se observó que estos valores difieren dependiendo del pH y de las condiciones del experimento realizado, tal es así que tipos de aguas sea superficial o subterránea están contaminados con arsénico y la mayoría sobrepasa los límites establecidos por la OMS quien dictaminó lo permisible en 0.01 mg/L, con los trabajos encontrados el 82% de la bibliografía menciona que si se puede llegar inclusive a mínimos que ya no detecta en las mediciones realizadas.

Dentro de las técnicas usando lodos o arcillas muchos de ellos posee diferente alcalinidad y el pH que estos modifican el proceso de coagulación, por los sulfatos en las membranas y las técnicas de intercambio iónico (Meng *et al.*, 2002, (Xu F., Li Y., Ge X., Yang L., 2018)).

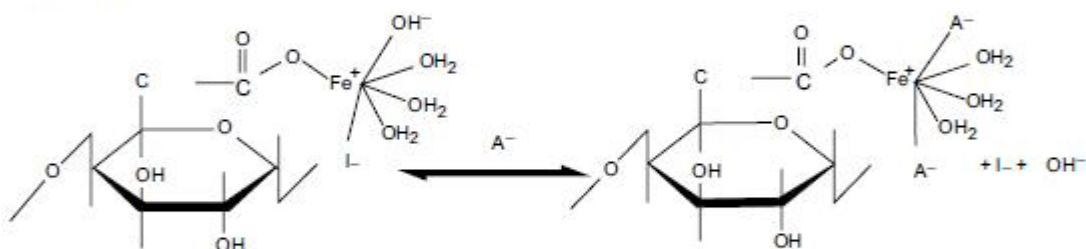
Dentro de las metodologías estudiadas en la reducción del arsénico con mayor eficacia son los tipos As (V); en cambio para el As (III) debe revertirse por peroxidación a As (V) es por ello que se debe tener cuidado al usar productos con cloro porque se puede producir sustancias no deseables (Lee *et al.*, 2003).

En el proceso de biosorción en su mayoría se usan productos transformados de organismos vivos, en esto están las: algas, hongos, caparazón de artrópodos, bacterias, restos de vegetales etc., a través de procesos son transformados y convertidos en biosorbentes haciendo que los iones de los metales pesados y metaloides intercambien iones por los lugares donde forman los enlaces complejos, quelatos, intercambio iónico, microprecipitación tanto en lugares externos como en la parte interna del material, etc.

Mecanismo de enriquecimiento con Fe (III)



Mecanismo 1



Mecanismo 2

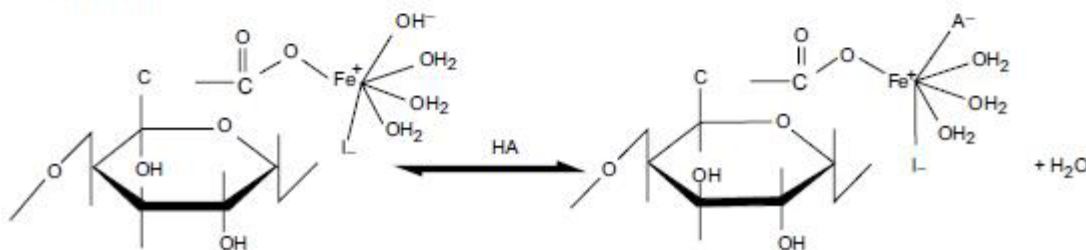


Figura 3. Posibles formas de uso de polisacáridos con inclusión de hierro para la quelación de arsénico.

Se reportó trabajos con el uso de polisacáridos (Figura 3) en el tratamiento de arsénico utilizando quitosano de caparazones de cangrejos, escamas de pescado, celulosa y residuo de naranja, los que fueron adheridos con hierro (III) por fosforilación (Ghimire *et al.*, 2003) con ello se formó un medio para quelar con As logrando reducir, estos geles de residuos de naranja que poseen probablemente pectina en la cáscara de naranja hacen que la remoción de los arsenatos se removieron a pH ácidos: 2–3 y 2–6 en los productos con gel de celulosa y de los residuo de naranja, respectivamente.

V. CONCLUSIONES

De las revisiones realizadas se tiene las siguientes conclusiones:

Se determinó de una revisión de 30 revisiones seleccionadas, existen metodología de biosorción usando productos vivos, como materiales muertos, unos usados como material con algunas modificaciones y otros en la que se transformaron en carbón activado o geles que se usaron como floculante y coagulantes. Como las algas, hongos y bacterias, usados como biomasa se aprovecha las superficies celulares y el metabolismo celular, el primero a través de las interacciones fisicoquímicas entre el metal y los grupos funcionales del metal, las paredes celulares posee lugares de unión con los metales, en cambio el metabolismo es un proceso intracelular de bioacumulación intracelular sea por precipitación, metilación y por otro lado la celulosa posee propiedades quelantes y de intercambio aniónico.

Se determinó que el valor que posee los biosorbentes como eficacia de reducción del arsénico en las aguas de bebida siendo la reducción del arsénico con mayor eficacia los tipos As (V); y la eficacia varía desde 37% hasta 99% o reportan condiciones mínimas de detección, con un pH óptimo para la eliminación 6 a 6.9, con eficiencia de absorción de casi el 99%

VII. RECOMENDACIONES

Seguir desarrollando más trabajo sobre la remediación de arsénico en las aguas de consumo humano, por la peligrosidad de intoxicación de este metal.

Ampliar los conocimiento de los biosorbentes químicos teniendo cuidado de no modificar el pH del agua de bebida.

Seguir desarrollando y buscando nuevas fuentes de productos que permita su uso casero para evitar el consumo de arsénico de las familias.

REFERENCIAS

- Aguilar D, H. (2018). *Utilización de la Moringa oleifera como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del Distrito de Mórrope*, 2018.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/39485>
- Basu, A, S. Kumar, S. M. (2003). *Arsenic reduction from aqueous environment by water lettuce (Pistia stratiotes L.)*. <https://europepmc.org/article/med/15270347>
- Bernales B., E y Perez ., M. (2020). *Quitina del exoesqueleto de camarón para el tratamiento de aguas residuales industriales con arsénico*, San Mateo Huarochirí. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66984>
- Burgos V., J. (2021). *Biofiltro para remoción de arsénico, río Moche empleando 5gr/l, 7gr/l de polvo de cascara de frijol - Shorey - La Libertad 2021*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/63782>
- Carbajal, V. (2021). *Bioadsorción con harina seca (cáscara de musa paradisiaca sp) de arsénico y plomo en muestras de agua superficial*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/61050>
- Carhuaz, S., & Zela, S. (2019). *Eficiencia de remoción del arsénico con filtro de corteza de palta a diferentes granulometrías de las aguas del río Mollebamba-Apurimac*, 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48274>
- Cecconet, D., Callegari, A., & Capodaglio, A. G. (2018). Bioelectrochemical systems for removal of selected metals and perchlorate from groundwater: A review. *Energies*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/en11102643>
- Chau M., E y Vasquez P., L. (2020). *Utilización del carbón activado a partir del Bambú (Guadua Angustifolia Kunth), para captar arsénico de las aguas subterráneas en el distrito de Pacora*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66679>
- Chaupis, R., & Reyes, G. (2018). *Remoción de arsénico de las aguas de San Mateo de Huanchor-. Lima con zeolitas naturales*. Universidad nacional del Callao.
- Chicama R., F. (2019). *Dosis óptima de goma de tara, Caesalpinia spinosa, para la remoción de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Mórrope*.

- <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35129>
- Cueva, & Lazarte, D. (2021). *Biofiltro con carbón activado de cascara de coco para remoción de Arsénico del agua del río Tablachaca, Ancash – 2021*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/66730>
- Daza M., L y Gonzales R., R. (2019). *Eficiencia de remoción de As utilizando cáscara de naranja y tuna en aguas del río Rímac, distrito San Mateo – 2019*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/40461>
- Escarsena, C. (2018). *Remoción del arsénico de las aguas municipales y pozos domésticos en la ciudad de Juliaca por precipitación alcalina*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Estrada B., D. (2016). *Disminución de arsénico mediante un filtro de diatomita del agua de afloramiento subterráneo en el campamento Cedro-Pataz*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/6790>
- Flores H., M. (2016). *Remoción de arsénico con cáscara de Semilla de Girasol mediante el proceso de adsorción en aguas del manantial Puncomachay, Jauja 2016*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/834>
- Grados R., J.-. (2018). *Capacidad de remoción de arsénico por pseudomonas aeruginosa a diferente tiempo y concentración, en aguas contaminadas del Río Grande - Huamachuco*.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (M. G.-H. Educación (ed.)).
- Herrera, J., Guevara, G., & Munster, H. (2015). *Los diseños y estrategias para los estudios cualitativos. Un acercamiento teórico metodológico* (Gaceta méd).
- Herrera, W. (2020). *Remoción de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Mórrope utilizando cloruro férrico y cal*. Universidad César Vallejo.
- Huallpa S., W. (2017). *Biosorción con panca de maíz (Zea mays) para la remoción de Arsénico en aguas contaminadas a nivel de laboratorio, 2017*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/16607>
- Larios, F., Gonzales, C., & Morales, Y. (2015). *Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Saber y Hacer. Revista de La Facultad de Ingeniería de La -USIL*.

- Layza A., C. y Polo S., K. (2018). *Capacidad de remoción de arsénico por Pseudomonas aeruginosa a diferente tiempo y concentración, en aguas contaminadas del Río El Toro - Huamachuco.*
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/33734>
- León R., L. (2021). *Remoción de arsénico de aguas subterráneas de consumo humano, mediante el uso del filtro de arcilla y agregados en el distrito de Huatta – Puno 2021.* <http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00>
- Mohan, D., & Pittman, C. U. (2007). Arsenic removal from water/wastewater using adsorbents-A critical review. *Journal of Hazardous Materials*, 142(1–2), 1–53.
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.01.006>
- Quintana, I., W. (2019). *Actividad fitorremediadora de la totora (Schoenoplectus californicus) en agua contaminada por arsénico en los pozos del caserío Tranca Fanupe - Mórrope.* <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40461>
- Ramirez M., A. (2017). *Determinación de la concentración de arsénico en grano de Oryza Sativa Pilado procedente de los Distritos de Pacasmayo, Enero - Junio 2017.* <https://hdl.handle.net/20.500.12692/11392>
- Salgado, A. (2007). *Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos.*
- Sanchez, F. (2017). *Encapsulamiento de arsénico en vidrio residual con bórax y su estabilidad en medios ácido y básico.* <http://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00>
- Shakya, A. K., & Ghosh, P. K. (2018). Simultaneous removal of arsenic, iron and nitrate in an attached growth bioreactor to meet drinking water standards: Importance of sulphate and empty bed contact time. *Journal of Cleaner Production*, 186, 1011–1020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.176>
- Siddiqui, Naushad, M., & Chaudhry, S. (2019). *Promising prospects of nanomaterials for arsenic water remediation: A comprehensive review.*
<https://doi.org/10.1016/J.PSEP.2019.03.037>
- Sodhi, K. K., Kumar, M., Agrawal, P. K., & Singh, D. K. (2019). Perspectives on arsenic toxicity, carcinogenicity and its systemic remediation strategies. *Environmental Technology & Innovation*, 16, 100462.
<https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100462>

- Vargas, Z. (2009). *La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i1.538>.
- Villa, G., Huamaní, C., Chaves, M., & Huamaní, J. (2018). *Evaluación de la remoción de arsénico en agua superficial utilizando filtros domiciliarios*. <https://doi.org/10.17843/RPMESP.2018.354.3715>
- Wasiuddin, N., Tango, M., & Islam, M. (2010). *A Novel Method for Arsenic Removal at Low Concentrations*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00908310290086>
- Xu F, Li Y, Ge X, Yang L, L. Y. (2018). Anaerobic digestion of food waste—Challenges and opportunities. *Bioresour Technol*, 247:1047-1058.
- Yadav, M. K., Gupta, A. K., Ghosal, P. S., & Mukherjee, A. (2017). pH mediated facile preparation of hydrotalcite based adsorbent for enhanced arsenite and arsenate removal: Insights on physicochemical properties and adsorption mechanism. *Journal of Molecular Liquids*, 240, 240–252. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.05.082>
- Yrigón V., K. (2019). *Eficiencia de la pectin de cascara de naranja para disminuir la concentración de arsénico en aguas de Mórrope*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35105>

ANEXOS

Instrumento de recopilación de recopilación de información

	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
---	---------------------------------------

TÍTULO:

PAGINAS UTILIZADAS	AÑO DE PUBLICACIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN
TIPO DE INVESTIGACIÓN: Diseño no experimental, enfoque cualitativo, tipo básico Correlacional.		AUTOR (ES):

CÓDIGO ISSN	
PALABRAS CLAVE	
COMPONENTES DE LOS PARÁMETROS CINÉTICOS	
CARACTERÍSTICAS DE LA 1ERA VARIABLE	
CARACTERÍSTICAS DE LA 2DA VARIABLES	
EFFECTOS PRODUCIDOS	
OBJETIVO DEL ESTUDIO	
METODOLOGÍA	
RESULTADOS	
CONCLUSIONES:	



DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR


Yo, **Quijano Pacheco, Wilber Samuel**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo **Lima Norte**, revisor del trabajo de tesis titulado:

“Remoción de arsénico con biosorbentes del agua para consumo humano: Revisión Bibliométrica - 2021”

De la estudiante Díaz Chávez, Denisse Florinda, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y he concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha, Los Olivos 07 de Setiembre del 2021

Apellidos y Nombres del Asesor: Quijano Pacheco, Wilber Samuel	
DNI 06082600	Firma 
ORCID 0000-0001-7889-7928	